

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2010-90818

(P2010-90818A)

(43) 公開日 平成22年4月22日(2010.4.22)

(51) Int.Cl.			F I	テーマコード (参考)		
FO2C	7/18	(2006.01)	FO2C	7/18	E	
FO2C	6/08	(2006.01)	FO2C	6/08		
FO2C	9/18	(2006.01)	FO2C	9/18		
FO1D	25/12	(2006.01)	FO1D	25/12	E	

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2008-262074 (P2008-262074)
 (22) 出願日 平成20年10月8日 (2008.10.8)

(71) 出願人 000006208
 三菱重工業株式会社
 東京都港区港南二丁目16番5号
 (71) 出願人 000222037
 東北電力株式会社
 宮城県仙台市青葉区本町一丁目7番1号
 (74) 代理人 100112737
 弁理士 藤田 考晴
 (74) 代理人 100118913
 弁理士 上田 邦生
 (72) 発明者 水上 聡
 兵庫県高砂市荒井町新浜2丁目1番1号
 三菱重工業株式会社高砂研究所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ガスタービン及びその定格時運転方法

(57) 【要約】

【課題】ガスタービン定格運転時のACCシステムにおいて、タービン静止系部品の冷却効率向上を達成できるガスタービンを提供すること。

【解決手段】圧縮機11の吐出側から分岐した分岐流路42に接続され、空気を導入して昇圧する圧縮機11から独立した運転が可能な昇圧装置40と、昇圧装置40で昇圧された圧縮空気をタービン13の静止系部品内に設けられているタービン冷却媒体流路50へ導く温度調整媒体供給流路43と、タービン冷却媒体流路50を通過した圧縮空気を吐出側へ導いて合流させる温度調整媒体戻し流路44とを備え、ガスタービン定格運転時に昇圧装置40を運転し、タービン冷却媒体流路50内に圧縮空気を流して冷却する。

【選択図】 図1

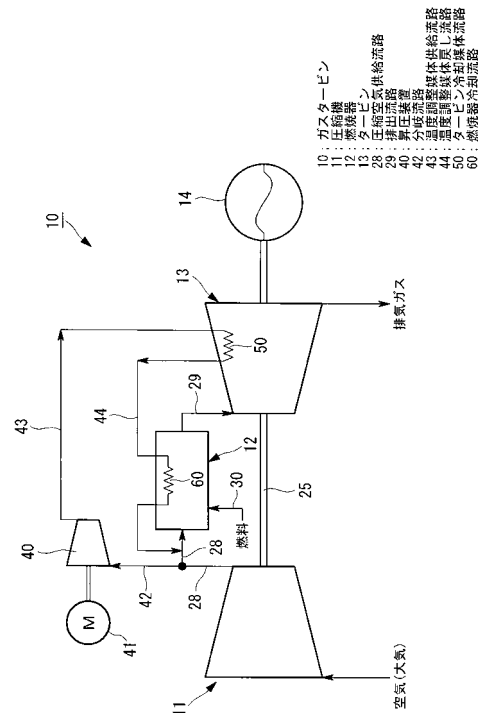


図1は、ガスタービン13の定格運転時に、タービン冷却媒体流路50内に圧縮空気を流して冷却するシステムを示している。圧縮機11の吐出側から分岐した分岐流路42に接続された昇圧装置40で昇圧された圧縮空気を、温度調整媒体供給流路43を通じてタービン冷却媒体流路50へ導く。タービン冷却媒体流路50を通過した圧縮空気を、温度調整媒体戻し流路44を通じて吐出側へ導いて合流させる。タービン13は、燃料供給28と燃料30を供給され、発電機14を駆動する。タービン13は、排気ガスを出し、空気(大気)を吸入する。

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

圧縮機で圧縮された圧縮空気に燃焼器で燃料を供給して燃焼させ、発生した燃焼ガスをタービンに供給することで回転動力を得るように構成されているガスタービンにおいて、

前記圧縮機の吐出側流路から分岐する分岐流路に接続され、温度調整媒体を導入して昇圧する前記圧縮機から独立した運転が可能な昇圧手段と、該昇圧手段で昇圧された昇圧温度調整媒体を前記タービンの静止系部品内に設けられているタービン冷却媒体流路へ導く温度調整媒体供給流路と、前記タービン冷却媒体流路を通過した前記昇圧温度調整媒体を前記吐出側流路へ導いて合流させる温度調整媒体戻し流路とを備え、

ガスタービン定格運転時に前記昇圧手段を運転し、前記タービン冷却媒体流路内に前記昇圧温度調整媒体を流して冷却することを特徴とするガスタービン。 10

【請求項 2】

前記昇圧手段で昇圧された前記昇圧温度調整媒体が、前記タービン冷却媒体流路と直列または並列に接続されて前記燃焼器内の冷却を行った後に前記吐出側流路へ導かれて合流することを特徴とする請求項 1 に記載のガスタービン。

【請求項 3】

前記昇圧温度調整媒体の温度を調整可能とする温度制御手段を備えていることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載のガスタービン。

【請求項 4】

前記温度制御手段が、前記温度調整媒体供給流路に冷却剤を添加する冷却剤供給流路であることを特徴とする請求項 3 に記載のガスタービン。 20

【請求項 5】

前記温度制御手段が、前記分岐流路または前記温度調整媒体供給流路に設けられ、前記温度調整媒体または前記昇圧温度調整媒体の温度を低下させる熱交換器であることを特徴とする請求項 3 に記載のガスタービン。

【請求項 6】

前記加熱媒体供給流路から分岐して前記圧縮機内の圧縮機冷却媒体流路に接続される加熱媒体分岐供給流路と、前記圧縮機冷却媒体流路を通過した前記昇圧加熱媒体を前記吐出側流路へ導いて合流させる加熱媒体分岐流路とを設けたことを特徴とする請求項 1 から 5 のいずれかに記載のガスタービン。 30

【請求項 7】

圧縮機で圧縮された圧縮空気に燃焼器で燃料を供給して燃焼させ、発生した燃焼ガスをタービンに供給することで回転動力を得るように構成されているガスタービンの定格時運転方法であって、

ガスタービンの定格運転時に、

前記圧縮機の吐出側流路から分岐する分岐流路に接続され、前記圧縮機から独立して運転可能な昇圧手段が温度調整媒体を導入して昇圧する過程と、

前記昇圧手段で昇圧された昇圧温度調整媒体が前記タービンの静止系部品内に設けられているタービン冷却媒体流路に供給され、該タービン冷却媒体流路内を通過する前記昇圧温度調整媒体により前記静止系部品を冷却する過程と、 40

前記昇圧温度調整媒体を前記タービン冷却媒体流路から前記吐出側流路へ導いて合流させる過程と、を備えていることを特徴とするガスタービンの定格時運転方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ガスタービン及びその定格時運転方法に係り、特に、ガスタービン定格運転時におけるアクティブクリアランスコントロール (Active Clearance Control ; ACC) システムに関する。

【背景技術】

【0002】

10

20

30

40

50

一般的なガスタービンは、圧縮機と燃焼器とタービンとにより構成されており、空気取入口から取り込まれた空気が圧縮機により圧縮されて高温・高圧の圧縮空気となる。この圧縮空気は燃焼器に供給され、燃焼器内では、圧縮空気に対して燃料を供給して燃焼させることで高温・高圧の燃焼ガスが生成される。この燃焼ガスは、圧縮機に接続されたタービンを駆動するので、たとえばガスタービンの出力軸側に発電機を連結すれば、ガスタービンにより発電機を駆動して発電を行うことができる。

【0003】

このようなガスタービンにおいては、アクティブクリアランスコントロール（以下、ACCと称する）システムにより、運転状態に応じて変化する温度や遠心力の影響を受けて変動するチップクリアランス（Tip Clearance）を最小に制御し、回転部 / 静止部間の干渉防止及び運転の高効率化を図っている。

10

一般に、チップクリアランスを制御しないガスタービンにおいては、チップクリアランスが最小となる位置は定格運転時ではなく起動時となる。そこで、ACCシステムでは、ガスタービンを起動する前の段階でチップクリアランスに影響を及ぼす静止系部品を暖めることによって、チップクリアランスが最小となる運転状態を定格運転時に設定する。すなわち、ACCシステムは、図10に示すように、ガスタービンを起動する前にタービン静止部を暖めてクリアランスを予め広げておき、定格運転時にはタービン静止部の温度を調整することによって、定格運転時に最小のクリアランスを実現して運転効率を確保する手法である。

【0004】

20

ところで、上述したACCシステムによるガスタービンの運転は、下記の5つの状態に大別することができる。

（1）起動直前

ACCシステムを行うため、タービン静翼側の静止系部品に温度調整媒体を流して暖め、伸びを大きくして翼環等の静止部と回転部である動翼との間にあるクリアランスを広げる。

（2）起動中（負荷を上げている途中）

起動中にクリアランスがなくならないよう（静止部と回転部とが接触しないよう）に、起動直前と同様に静止系部品を暖め続ける。

（3）定格運転時

30

静止系部品を流れる温度調整媒体の状態（温度等）を変えることにより、静止部と回転部との間のクリアランスを最小とする。

（4）停止中（負荷を下げている途中）

停止時にクリアランスがなくならないよう（静止部と回転部とが接触しないよう）に、起動直前と同様に静止系部品を暖め続ける。

（5）停止時

キャットバックを防止するために、ガスタービン内部に残った高温のガスをガスタービン外部に排出する。また、キャットバックを防止するため、静止系部品に温度調整媒体を流してガスタービン内部に残ったガスの分布をなくす。

【0005】

40

上述したACCシステムにおいて、ガスタービンのクリアランス制御方法は下記の3つに分類される。

（1）タービン翼内部に流す冷却媒体の状態を変化させて制御する方法

タービン内部を流れる冷却媒体の温度について、冷却媒体の冷却方法を変更する（たとえば無冷却から空気冷却や蒸気冷却にする）などして変化させ、タービン翼自体の伸び量を変化させてクリアランスを調整する制御方法であり、冷却媒体の冷却方法を変える機構が必要となる。

（2）静止系部品を蒸気または空気で温度調整して制御する方法

排ガスボイラで発生した蒸気等をパルプなどで調整した後、静止系部品に流してクリアランスを制御する方式であり、一般に空気を用いる場合、回収せずにガスパス側に捨てる

50

ことになるため、サイクル効率が減少する。

また、蒸気を用いる場合、シンプルサイクルでは運転できず、ボイラ暖機が必要となるため起動時間が長い。なお、蒸気を用いる場合には、起動のための補助ボイラ、排ガスボイラからの蒸気配管など付帯設備が必要となる。

(3) 機械的な機構により翼またはケーシングを動かして制御する方法

アクチュエーターのような機械的な機構を設け、翼やケーシングを動かすことでクリアランスを調整する制御方法である。

【0006】

上述したACCシステムに関する従来技術としては、圧縮空気を抽気し、流量調整弁を経た後に静止系部品の分割環を冷却するものがある。(たとえば、特許文献1参照)

また、蒸気タービンで用いる蒸気の一部を取り出し、バルブで調整した後に分割環を冷却して蒸気タービンシステムに戻すものがある。(たとえば、特許文献2参照)

【特許文献1】特開平6-317184号公報

【特許文献2】特開2001-248406号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

ところで、上述したガスタービンにおいては、定格運転時におけるタービン静止系部品の冷却効率向上が求められている。この場合、付帯設備の付加を最小限に抑えることが望ましい。

本発明は、上記の事情に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、ガスタービン定格運転時のACCシステムにおいて、タービン静止系部品の冷却効率向上を達成できるガスタービン及びその定格時運転方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明は、上記の課題を解決するため、下記的手段を採用した。

本発明に係るガスタービンは、圧縮機で圧縮された圧縮空気に燃焼器で燃料を供給して燃焼させ、発生した燃焼ガスをタービンに供給することで回転動力を得るように構成されているガスタービンにおいて、前記圧縮機の吐出側流路から分岐する分岐流路に接続され、温度調整媒体を導入して昇圧する前記圧縮機から独立した運転が可能な昇圧手段と、該昇圧手段で昇圧された昇圧温度調整媒体を前記タービンの静止系部品内に設けられているタービン冷却媒体流路へ導く温度調整媒体供給流路と、前記タービン冷却媒体流路を通過した前記昇圧温度調整媒体を前記吐出側流路へ導いて合流させる温度調整媒体戻し流路とを備え、ガスタービン定格運転時に前記昇圧手段を運転し、前記タービン冷却媒体流路に前記昇圧温度調整媒体を流して冷却することを特徴とするものである。

【0009】

このようなガスタービンによれば、圧縮機の吐出側流路から分岐する分岐流路に接続され、温度調整媒体を導入して昇圧する圧縮機から独立した運転が可能な昇圧手段と、該昇圧手段で昇圧された昇圧温度調整媒体をタービンの静止系部品内に設けられているタービン冷却媒体流路へ導く温度調整媒体供給流路と、タービン冷却媒体流路を通過した昇圧温度調整媒体を吐出側流路へ導いて合流させる温度調整媒体戻し流路とを備え、ガスタービン定格運転時に昇圧手段を運転し、タービン冷却媒体流路に昇圧温度調整媒体を流して冷却するので、タービンの静止系部品と昇圧冷却媒体との温度差により効率よく冷却することができる。

【0010】

上記の発明において、前記昇圧手段で昇圧された前記昇圧温度調整媒体は、前記タービン冷却媒体流路と直列または並列に接続されて前記燃焼器内の冷却を行った後に前記吐出側流路へ導かれて合流することが好ましく、これにより、ガスタービンのクリアランスコントロールに加えて燃焼器の冷却を行うことができる。

【0011】

10

20

30

40

50

上記の発明において、前記昇圧温度調整媒体の温度を調整可能とする温度制御手段を備えていることが好ましく、これにより、相対的な温度差を増して冷却効率をより一層向上させることができる。

この場合、前記温度制御手段は、前記温度調整媒体供給流路に冷却剤を添加する冷却剤供給流路であることが好ましく、これにより、昇圧手段により昇圧されて温度上昇した昇圧温度調整媒体の温度を冷却剤の添加により低下させることができる。この場合の冷却剤としては、液体または気体のいずれであってもよい。

さらに、前記温度制御手段は、前記分岐流路または前記温度調整媒体供給流路に設けられ、前記温度調整媒体または前記昇圧温度調整媒体の温度を低下させる熱交換器であることが好ましく、これにより、昇圧手段により昇圧される前の温度調整媒体温度、または昇圧された後の昇圧温度調整媒体温度を熱交換器により低下させることができる。

10

【0012】

上記の発明において、前記加熱媒体供給流路から分岐して前記圧縮機内の圧縮機冷却媒体流路に接続される加熱媒体分岐供給流路と、前記圧縮機冷却媒体流路を通過した前記昇圧加熱媒体を前記吐出側流路へ導いて合流させる加熱媒体分岐戻し流路とを設けることが好ましく、これにより、ガスタービンの静止系部品とともに圧縮機側も昇温させることができるので、タービン及び圧縮機のクリアランス制御が可能になる。

【0013】

本発明に係るガスタービンの定格時運転方法は、圧縮機で圧縮された圧縮空気に燃焼器で燃料を供給して燃焼させ、発生した燃焼ガスをタービンに供給することで回転動力を得るように構成されているガスタービンの定格時運転方法であって、ガスタービンの定格運転時に、圧縮機の吐出側流路から分岐する分岐流路に接続され、圧縮機から独立して運転可能な昇圧手段が温度調整媒体を導入して昇圧する過程と、昇圧手段で昇圧された昇圧温度調整媒体がタービンの静止系部品内に設けられているタービン冷却媒体流路に供給され、該タービン冷却媒体流路内を通過する昇圧温度調整媒体により静止系部品を冷却する過程と、昇圧温度調整媒体をタービン冷却媒体流路から吐出側流路へ導いて合流させる過程と、を備えていることを特徴とするものである。

20

【0014】

このようなガスタービンの定格時運転方法によれば、ガスタービンの定格運転時に、圧縮機の吐出側流路から分岐する分岐流路に接続され、圧縮機から独立して運転可能な昇圧手段が温度調整媒体を導入して昇圧する過程と、昇圧手段で昇圧された昇圧温度調整媒体がタービンの静止系部品内に設けられているタービン冷却媒体流路に供給され、該タービン冷却媒体流路内を通過する昇圧温度調整媒体により静止系部品を冷却する過程と、昇圧温度調整媒体をタービン冷却媒体流路から吐出側流路へ導いて合流させる過程とを備えているので、タービンの静止系部品と昇圧温度調整媒体との温度差により効率よく冷却することができる。

30

【発明の効果】

【0015】

上述した本発明によれば、ガスタービンの定格運転時になされるACCシステムにおいて、昇圧温度調整媒体によりタービン静止系部品を冷却する冷却効率が向上するので、昇圧温度調整媒体の使用量を最小限に抑え、静止部と回転部との間のクリアランスを最小に維持するACCコントロールを確実に行うことができる。

40

この場合、昇圧手段等をクローズド冷却に用いたブーストアップ用の昇圧手段と共用して有効利用すれば、付帯設備の付加を最小限に抑えて、すなわち、新たに設備を付加することなくACCシステムのコントロールを実施して安定したガスタービンの定格運転を継続することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0016】

以下、本発明に係るガスタービン及びその起動時制御方法の一実施形態を図面に基づいて説明する。

50

< 第 1 の実施形態 >

図 1 は本実施形態に係るガスタービンを示す概略図、図 2 はガスタービンの概略構成を示す断面図、図 3 はガスタービンのタービン部を示す概略構成図である。なお、図示の実施形態では、発電機を駆動して発電するガスタービンについて説明するが、これに限定されるものではない。

【 0 0 1 7 】

図示のガスタービン 1 0 は、圧縮機 1 1 と、燃焼器 1 2 と、タービン 1 3 とにより構成され、このタービン 1 3 には発電機 1 4 が連結されている。この圧縮機 1 1 は、空気を取り込む空気取入口 1 5 を有し、圧縮機車室 1 6 内に複数の静翼 1 7 と動翼 1 8 とが交互に配設されてなり、その外側に抽気マニホールド 1 9 が設けられている。

10

燃焼器 1 2 は、圧縮機 1 1 で圧縮された圧縮空気に対して燃料を供給し、バーナで点火することで燃焼可能となっている。

タービン 1 3 は、タービン車室 2 0 内に複数の静翼 2 1 と動翼 2 2 とが交互に配設されている。

【 0 0 1 8 】

タービン 1 3 のタービン車室 2 0 には、排気室 2 3 が連続して設けられており、この排気室 2 3 は、タービン 1 3 に連続する排気ディフューザ 2 4 を有している。また、圧縮機 1 1、燃焼器 1 2、タービン 1 3、排気室 2 3 の中心部を貫通するようにロータ（タービン軸） 2 5 が位置しており、圧縮機 1 1 側の端部が軸受部 2 6 により回転自在に支持される一方、排気室 2 3 側の端部が軸受部 2 7 により回転自在に支持されている。そして、このロータ 2 5 に複数のディスクプレートが固定され、各動翼 1 8、2 2 が連結されるとともに、排気室 2 3 側の端部に発電機 1 4 の駆動軸が連結されている。

20

【 0 0 1 9 】

従って、圧縮機 1 1 の空気取入口 1 5 から取り込まれた空気は、複数の静翼 1 7 と動翼 1 8 を通過して圧縮することで高温・高圧の圧縮空気となり、燃焼器 1 2 において、この圧縮空気に対して供給された所定量の燃料が燃焼する。そして、この燃焼器 1 2 で生成された高温・高圧の燃焼ガスは、タービン 1 3 を構成する複数の静翼 2 1 と動翼 2 2 とを通過することでロータ 2 5 を駆動回転し、このロータ 2 5 に連結された発電機 1 4 に回転動力を付与することで発電を行う一方、排気ガスは排気室 2 3 の排気ディフューザ 2 4 で静圧に変換されてから大気に放出される。

30

【 0 0 2 0 】

このように、圧縮機 1 1 により圧縮された圧縮空気に燃焼器 1 2 で燃料を供給して燃焼させ、発生した燃焼ガスをタービン 1 3 に供給することで回転駆動力を得るように構成されているガスタービン 1 0 には、たとえば図 1 に示すように、停止中の圧縮機 1 1 を介して、あるいは、圧縮機 1 1 で圧縮した圧縮空気の一部を車室から抽気して昇圧する昇圧装置 4 0 が設けられている。

図 1 において、ガスタービン 1 0 の負荷を定格運転まで上げていく起動中、定格運転時及び停止するまで負荷を下げていく停止中には圧縮機 1 1 により圧縮された圧縮空気が圧縮空気供給流路 2 8 を通って燃焼器 1 2 へ供給され、燃焼器 1 2 で発生した燃焼ガスは、ケーシング内の排出流路 2 9 を通ってタービン 1 3 へ供給される。なお、図中の符号 3 0 は燃料供給流路である。

40

【 0 0 2 1 】

この昇圧装置 4 0 は、後述する温度調整媒体（加熱媒体または冷却媒体）として用いられる空気を昇圧するための昇圧手段であり、たとえば圧縮機やプロア等が用いられる。また、この昇圧装置 4 0 は、専用の電動機 4 1 を備えており、空気を導入して昇圧する圧縮機 1 1 から独立した運転が可能である。なお、この昇圧装置 4 0 については、たとえば定格運転時等に燃焼器冷却用の空気を圧縮して供給するもの（クローズド冷却に用いるブーストアップ用昇圧装置）と共用することが望ましい。

昇圧装置 4 0 の吸込側は、車室内に形成される圧縮空気供給流路 2 8 から分岐した分岐流路 4 2 に接続され、吐出側は温度調整媒体供給流路 4 3 に接続されている。この温度調

50

整媒体供給流路43は、タービン13の静止系部品内に設けられているタービン冷却媒体流路50へ圧縮空気（昇圧温度調整媒体）を導く流路である。

【0022】

タービン冷却媒体流路50は、たとえば図3に示すように、タービン車室20と、静翼21と、翼環31とを連通する流路であり、特に、動翼22の先端部と対向する位置にあり、チップクリアランスに影響を及ぼす静止側部品の翼環31に圧縮空気を流すことで、冷却や加熱による温度調整に使用される。翼環31は、動翼22の外周側を取り囲むようにしてタービン車室20に取り付けられている部材である。

【0023】

すなわち、このタービン冷却媒体流路50は、ガスタービン10の定格運転時等において、相対的に温度の低い圧縮空気を流すことにより、静翼21を冷却した上で翼環31を冷却する構造となる。また、このタービン冷却媒体流路50は、ガスタービン10の起動直前準備、起動中及び停止中において、相対的に温度の高い圧縮空気を流すことにより、静翼21及び翼環31を加熱して暖める構造となる。従って、このタービン冷却媒体流路50は、ACCシステムにおいて静止系部品の冷却及び加熱に利用することができる。なお、図中の符号31aは、翼環31の全周にわたって設けられた翼環内流路である。

タービン冷却媒体流路50を通過した圧縮空気は、温度調整媒体戻し流路44を通過して圧縮空気供給流路28へ合流した後、この圧縮空気供給流路28を通過して燃焼器12へ流入する。

【0024】

従って、昇圧装置40は、ガスタービンの定格運転時に運転されることにより、タービン冷却媒体流路50内に圧縮空気を流し、ACCシステムにおける静止系部品の冷却を行うことができる。

すなわち、ガスタービン10の定格運転時に昇圧装置40を運転すると、圧縮機11の空気取入口15から温度調整媒体の空気が吸い込まれ、圧縮機11の内部、圧縮空気吸入流路28及び分岐流路42を通過して昇圧装置40に吸入される。この空気は、昇圧装置40で昇圧されることにより、圧縮空気（昇圧温度調整媒体）となって温度調整媒体供給流路43へ吐出される。

【0025】

温度調整媒体供給流路43へ吐出された圧縮空気は、タービン13内のタービン冷却媒体流路50を通過して流れる際に、翼環31等の静止系部品（静止部）を冷却する。

特に、チップクリアランスに大きな影響を及ぼす翼環31の翼環内流路31aを通過して流れることにより、燃焼ガスの熱影響を受けて温度上昇する翼環31を冷却し、動翼22との間に形成されるチップクリアランスが最小となるように調整する。

こうして静止系部品を冷却した圧縮空気は、温度調整媒体戻し流路44を通り、上述したタービン冷却媒体流路50と直列に接続された燃焼器冷却流路60に導かれる。

【0026】

燃焼器冷却流路60を流れる圧縮空気は、燃焼器12内の必要箇所を冷却した後、再度温度調整媒体戻し流路44を通り、圧縮空気供給流路28へ導かれて合流する。この圧縮空気は、空気供給流路28へ戻されることにより、燃焼器12の燃焼用空気として使用される。このため、圧縮機11で圧縮された圧縮空気は、全量が燃焼器12へ供給されることとなる。すなわち、圧縮空気主流から分岐した一部の圧縮空気については、静止系部品冷却及び燃焼器冷却の用途に用いられた後、圧縮空気供給流路28に合流して戻されるため、最終的に燃焼器12へ供給される空気量が減少するようなことはない。

【0027】

このような構成とすれば、1台の昇圧装置40を用いることにより、ガスタービン13の冷却及びクリアランスコントロールに加え、燃焼器12の冷却も行うことができる。従って、たとえば燃焼器12の冷却用に圧縮機11で圧縮された圧縮空気の一部を抽気し、この圧縮空気を昇圧した冷却媒体を燃焼器12に供給する昇圧手段を備えているガスタービン10においては、上述したACCシステム用の昇圧装置40と共用することが可能に

10

20

30

40

50

なる。すなわち、上述したACCシステム用として、新たな昇圧装置40を設ける必要がない。なお、圧縮空気の温度及び冷却能力については、昇圧装置40の運転制御により圧縮空気の圧力や流量を調整することで調整可能となる。

【0028】

また、図4に示す変形例では、燃焼器冷却流路60がタービン冷却媒体流路50と並列に設けられている。すなわち、燃焼器冷却流路60は、温度調整媒体流路43から分岐した温度調整媒体分岐流路61に設けられており、燃焼器12を冷却した後の圧縮空気が温度調整媒体戻し流路44に合流している。

このように、本実施形態のガスタービン10は、タービン冷却媒体流路50と直列または並列に接続される燃焼器冷却流路60を備え、タービン13の静止系部品を冷却する圧縮空気が、冷却後または冷却前に分流して燃焼器冷却流路60を通過するので、燃焼器12内の必要箇所を冷却して圧縮空気供給流路28へ合流するようになっている。

また、図1及び図4に示した実施形態及び変形例では、昇圧装置40及びその流路を燃焼器12の冷却と共用しているが、後述する実施形態のように、タービン13のACCシステム専用としてもよい。

【0029】

上述したACCシステムのチップクリアランス制御においては、圧縮機11で圧縮した圧縮空気の主流について、ガスパス側に流すことなく回収して全空気量を燃焼器12へ供給するので、サイクル効率の減少が少ないことに加えて、燃焼用の空気を多く確保できるため低NOx化が可能となる。

また、上述した昇圧装置40は、専用の電動機41により単独運転が可能であるから、ガスタービン10の起動直前準備及び起動時には、ガスタービン10を単体で独立して起動することが可能になるだけでなく、始動にかかる時間も短くなる。すなわち、ガスタービン10を起動する際には、ガスタービン本体から独立して昇圧装置40を運転することで、翼環31に昇圧及び昇温した圧縮空気を流すことにより、翼環31を暖めて速やかにクリアランスコントロールを行うこともできる。

【0030】

< 第2の実施形態 >

続いて、本実施形態に係るガスタービンを図5から図7に基づいて説明する。なお、上述した実施形態と同様の部分には同じ符号を付し、その詳細な説明は省略する。

この実施形態のガスタービン10では、昇圧温度調整媒体の温度を調整可能とする温度制御手段が設けられている。図5に示すガスタービン10は、温度制御手段として、温度調整媒体供給流路43に冷却剤を添加する冷却剤供給流路70を備えている。この場合の冷却剤は気体または液体のいずれでもよく、たとえば圧縮空気にミスト状の水を添加して冷却すればよい。

【0031】

この結果、昇圧装置40の昇圧により温度上昇した圧縮空気が、冷却剤の添加を受けることで温度が低下し、冷却対象となる静止系部品との相対的な温度差を増す。従って、圧縮空気が、大きな温度差により静止系部品を効率よく冷却できるようになるので、冷却効率はより一層向上することとなる。

なお、冷却剤として水を添加することにより、ガスタービン10のサイクル効率は低下するものの、出力の増加及び低NOx化が可能となる。

【0032】

また、図6に示す第1変形例では、温度調整媒体供給流路43に温度制御手段の熱交換器80が設けられている。この熱交換器80は、冷却媒体流路81を流れる冷却媒体と、温度調整媒体流路43を流れる圧縮空気との熱交換により、圧縮空気の温度を低下させるものである。なお、ここで利用可能な冷却媒体としては、車室空気、燃料、蒸気タービンの給水及び蒸気タービンの蒸気等がある。

【0033】

また、図7に示す第2変形例では、上述した熱交換器80が分岐流路42に設けられて

10

20

30

40

50

おり、昇圧装置 40 に昇圧される前の空気温度を低下させている。なお、この場合の冷却媒体についても、車室空気、燃料、蒸気タービンの給水及び蒸気タービンの蒸気等が利用可能である。

このように、熱交換器 80 設けることにより、昇圧装置 40 により昇圧される前の空気温度、または昇圧された後の圧縮空気温度を冷却媒体との熱交換により低下させることができるので、定格運転時に静止系部品を冷却する圧縮空気温度が低くなって効率のよい冷却が可能となる。

【0034】

< 第 3 の実施形態 >

続いて、本実施形態に係るガスタービンを図 8 及び図 9 に基づいて説明する。なお、上述した実施形態と同様の部分には同じ符号を付し、その詳細な説明は省略する。

この実施形態のガスタービン 10 には、加熱媒体供給流路 43 から分岐して圧縮機 11 内の圧縮機冷却媒体流路 51 に接続される加熱媒体分岐供給流路 47 と、圧縮機冷却媒体流路 51 を通過した圧縮空気を圧縮空気供給流路 28 へ導いて合流させる加熱媒体分岐戻し流路 48 とが設けられている。

【0035】

図 9 は、圧縮機車室 16 内に設けられている圧縮機冷却媒体流路 51 の概要を示す図である。この圧縮機冷却媒体通路 51 は、通常の運転時には冷却媒体を流して圧縮機 11 の静止系部品を冷却する流路であり、圧縮機 11 の動翼 18 と静止部側となる圧縮機車室 16 との間に形成されるチップクリアランスを制御する。

この実施形態では、ガスタービン起動時に上述した圧縮機冷却媒体流路 51 を利用し、圧縮機 11 側のクリアランス制御を行うことができる。従って、ガスタービン 10 の静止系部品とともに、圧縮機 11 側の静止部も昇温させることができるので、タービン 13 及び圧縮機 11 のクリアランス制御が可能になる。

【0036】

このように、上述した実施形態のガスタービン 10 においては、定格運転時において、以下に説明する定格時運転方法が採用される。

すなわち、ガスタービン 10 の定格運転方法として、圧縮機 11 の圧縮空気供給流路 28 から分岐する分岐流路 42 に接続され、圧縮機 11 から独立して運転可能な昇圧装置 40 が空気を導入して昇圧する過程と、昇圧装置で昇圧された圧縮空気がタービン 13 の静止系部品内に設けられているタービン冷却媒体流路 50 に供給され、タービン冷却媒体流路 50 内を通過する圧縮空気により静止系部品を冷却する過程と、圧縮空気をタービン冷却媒体流路 50 から圧縮空気供給流路 28 へ導いて合流させる過程と備えている。

【0037】

従って、ガスタービンの定格運転時には、タービン 13 の静止系部品と圧縮空気との温度差により効率よく冷却することができ、チップクリアランスを最小の状態にして運転することが可能となる。この場合の圧縮空気は、上述した冷却剤の投入や熱交換器 80 の設置等により、温度を低下させた状態にして冷却効率を増すことが望ましい。

【0038】

このように、上述した本発明のガスタービン及びその定格時運転方法によれば、ガスタービンの定格運転時になされる ACC システムにおいて、圧縮空気によりタービン静止系部品を冷却する冷却効率が向上するので、圧縮空気の使用量を最小限に抑え、静止部と回転部との間のクリアランスを最小に維持する ACC コントロールを確実に行うことができる。この場合、昇圧装置 40 等をクローズド冷却に用いたブーストアップ用のものと共用して有効利用すれば、付帯設備の付加を最小限に抑えて、すなわち、新たに設備を付加することなく ACC システムのコントロールを実施して安定したガスタービンの定格運転を継続することができる。

なお、本発明は上述した実施形態に限定されるものではなく、たとえば圧縮機とタービンとの接続形態等について、本発明の要旨を逸脱しない範囲内において適宜変更することができる。

10

20

30

40

50

【図面の簡単な説明】

【0039】

【図1】本発明の第1の実施形態に係るガスタービンを示す概略図である。

【図2】ガスタービンの構成例を示す概略構成図である。

【図3】タービンの静止系部品に設けられるタービン冷却媒体流路の説明図である。

【図4】図1に示した第1の実施形態に係る変形例を示す概略図である。

【図5】本発明の第2の実施形態に係るガスタービンを示す概略図である。

【図6】図5に示した第2の実施形態に係る第1変形例を示す概略図である。

【図7】図5に示した第2の実施形態に係る第2変形例を示す概略図である。

【図8】本発明の第3の実施形態に係るガスタービンを示す概略図である。

10

【図9】圧縮機の静止系部品に設けられる圧縮機冷却媒体流路の説明図である。

【図10】ACCシステムの説明図であり、(a)は時間と回転数/負荷との関係、(b)は時間と温度との関係、(c)は時間と伸びとの関係、(d)は時間とクリアランスとの関係を示している。

【符号の説明】

【0040】

10 ガスタービン

11 圧縮機

12 燃焼器

13 タービン

20

20 タービン車室

21 静翼

22 動翼

28 圧縮空気供給流路

29 排出流路

31 翼環

40 昇圧装置

42 分岐流路

43 温度調整媒体供給流路

44 温度調整媒体戻し流路

30

47 加熱媒体分岐供給流路

48 加熱媒体分岐戻し流路

50 タービン冷却媒体流路

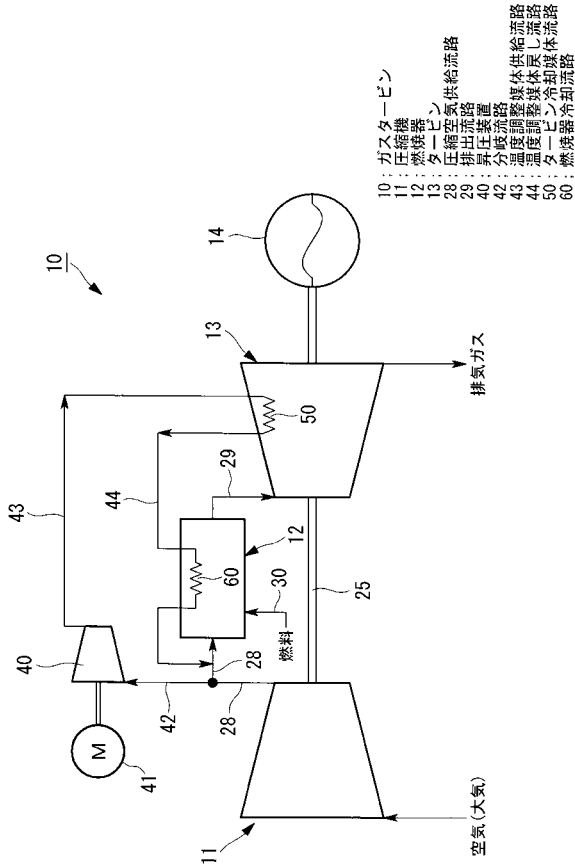
51 圧縮機冷却媒体流路

60 燃焼器冷却流路

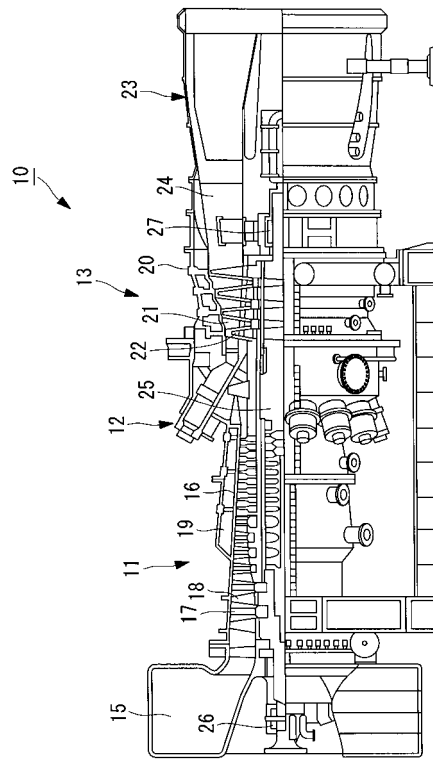
70 冷却剤供給流路

80 熱交換器

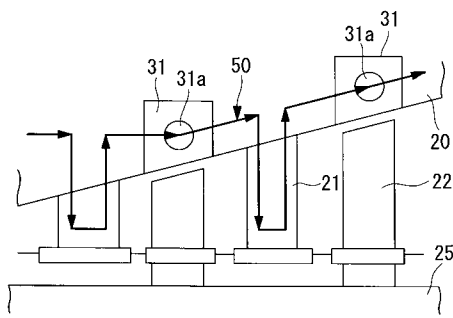
【 図 1 】



【 図 2 】

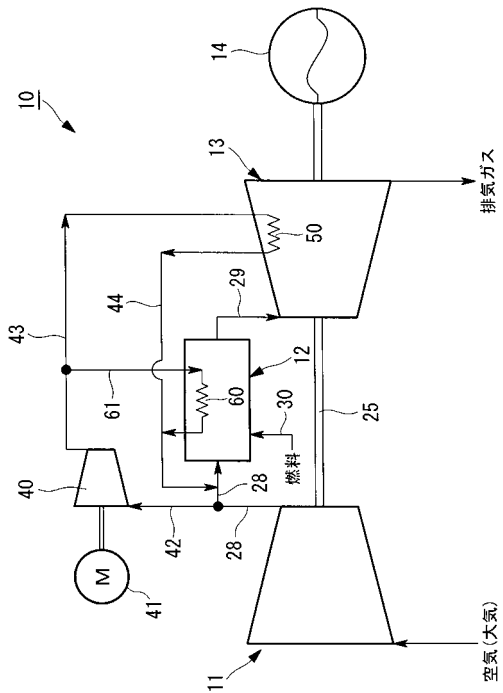


【 図 3 】

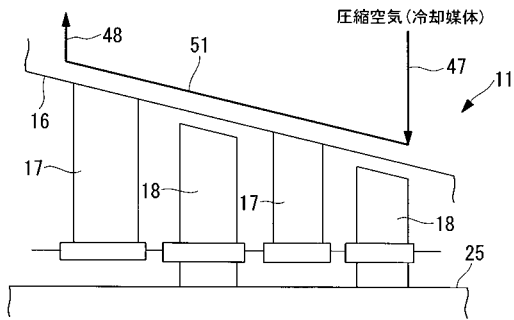


- 20: タービン車室
- 21: 静翼
- 22: 動翼
- 31: 翼環

【 図 4 】

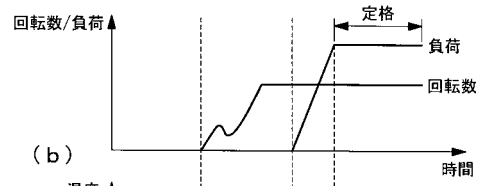


【 図 9 】

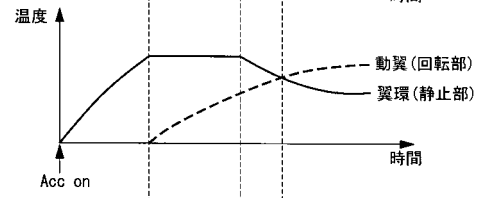


【 図 10 】

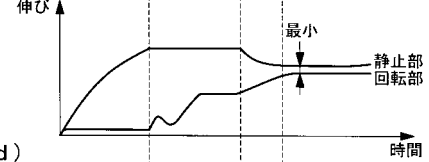
(a)



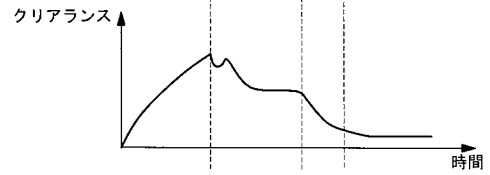
(b)



(c)



(d)



フロントページの続き

- (72)発明者 石黒 達男
兵庫県高砂市荒井町新浜2丁目1番1号 三菱重工業株式会社高砂研究所内
- (72)発明者 正田 淳一郎
兵庫県高砂市荒井町新浜2丁目1番1号 三菱重工業株式会社高砂製作所内
- (72)発明者 高田 和正
兵庫県高砂市荒井町新浜2丁目1番1号 三菱重工業株式会社高砂製作所内
- (72)発明者 福永 祐也
兵庫県高砂市荒井町新浜2丁目1番1号 三菱重工業株式会社高砂製作所内
- (72)発明者 西村 由明
宮城県仙台市青葉区本町一丁目7番1号 東北電力株式会社本店内
- (72)発明者 高橋 宏樹
宮城県仙台市青葉区本町一丁目7番1号 東北電力株式会社本店内